

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-071987

(43)Date of publication of application : 12.03.2002

(51)Int.Cl. G02B 6/13

(21)Application number : 2000-253606 (71)Applicant : NTT ADVANCED TECHNOLOGY CORP

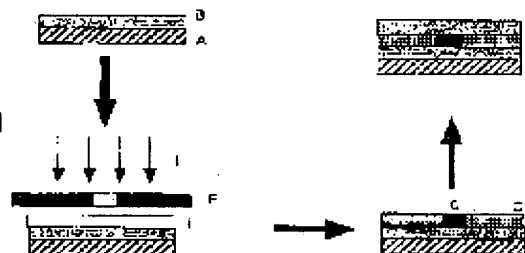
(22)Date of filing : 24.08.2000 (72)Inventor : MURATA NORIO
IMAMURA SABURO

(54) METHOD FOR MANUFACTURING OPTICAL WAVEGUIDE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an easy method of manufacturing an optical waveguide such that the core part is formed by irradiation with light, the clad part is formed by heating and that reactive ion etching in oxygen gas in a conventional photolithographic process or a process of removing a solvent by using a dissolving agent are made unnecessary.

SOLUTION: In the method of manufacturing an optical waveguide, after a substrate made of a first low refractive index resin or first low refractive index glass is coated with a thermosetting/UV-curing resin with a high refractive index containing a photopolymerization initiator and a thermal polymerization initiator, the resin is irradiated with light by using a photomask to form a core part and then the unhardened part is hardened by heating to form the side clad part. Furthermore, a high refractive index resin is applied thereon and hardened by heating or laminated with a low refractive index glass to form the upper clad.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-71987
(P2002-71987A)

(43)公開日 平成14年3月12日(2002.3.12)

(51)Int.Cl.⁷
G 0 2 B 6/13

識別記号

F I
G 0 2 B 6/12

テーマコード(参考)
M 2 H 0 4 7

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願2000-253606(P2000-253606)

(22)出願日 平成12年8月24日(2000.8.24)

(71)出願人 000102739

エヌ・ティ・ティ・アドバンステクノロジー
株式会社
東京都新宿区西新宿二丁目1番1号

(72)発明者 村田 則夫

東京都新宿区西新宿二丁目1番1号 エ
ヌ・ティ・ティ・アドバンステクノロジー株
式会社内

(72)発明者 今村 三郎

東京都新宿区西新宿二丁目1番1号 エ
ヌ・ティ・ティ・アドバンステクノロジー株
式会社内

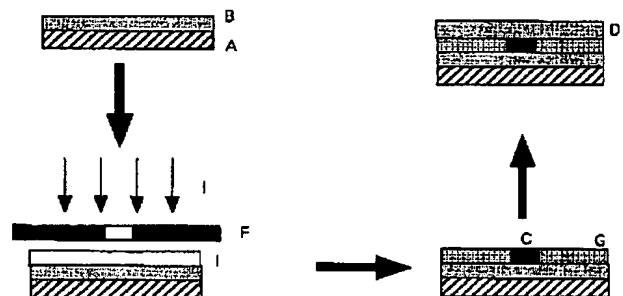
Fターム(参考) 2H047 KA04 PA01 PA22 PA26 PA28
QA05 QA07 TA43

(54)【発明の名称】 光導波路の作製方法

(57)【要約】

【課題】 本発明の目的は、光照射でコア部を形成、加熱でクラッド部を形成し、従来のフォトリソプロセスの酸素ガス中での反応性リアクティブイオンエッチングや溶剤を使用した溶媒除去プロセスを不要とした簡便な光導波路の作成方法を提供することにある。

【解決手段】 本発明による光導波路の作成方法は、第1の低屈折率樹脂あるいは第1の低屈折率ガラスで形成された基板上に、光重合開始剤及び熱重合開始剤を含む高屈折率の熱・紫外線硬化樹脂をコーティング後、まず、フォトリソマスクを使用して光照射によりコア部を形成し、次に、未硬化部分を加熱硬化し、側面のクラッド部を形成し、更に、高屈折率樹脂をコーティングし、加熱硬化するかあるいは低屈折率ガラスを張り合わせて、上部クラッドを形成することを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の低屈折率樹脂又は第 1 の低屈折率ガラスで形成された基板上に、光重合開始剤及び熱重合開始剤を含む高屈折率の熱・紫外線硬化樹脂をコーティング後、まず光照射によりコア部を形成し、次に未照射部を加熱硬化して側面のクラッド部を形成し、さらにこの層の上に第 2 の低屈折率樹脂をコーティング、貼りあわせ又は第 2 の低屈折率ガラスを貼りあわせて上部クラッドを形成することを特徴とする光導波路の作製方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の第 1 の低屈折率樹脂又は／及び第 2 の低屈折率樹脂を加熱硬化して下部クラッド又は／及び上部クラッドを形成することを特徴とする光導波路の作製方法。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 に記載の高屈折率の熱・紫外線硬化樹脂は、エポキシ系化合物あるいはオキセタン系化合物あるいはビニルエーテル系化合物あるいはそれらの混合物と光重合開始剤及び熱重合開始剤からなることを特徴とする光導波路の作製方法。

【請求項 4】 請求項 1 又は 2 に記載の第 1 の低屈折率樹脂又は／及び第 2 の低屈折率樹脂として、エポキシ系化合物あるいはオキセタン化合物あるいはビニルエーテル系化合物あるいはそれらの混合物と光重合開始剤又は／及び熱重合開始剤からなることを特徴とする光導波路の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光及び熱重合開始剤を含む硬化性樹脂を用いた光導波路の作製方法に関するものであり、光通信分野で用いられている光集積回路や光情報処理分野で用いられている光配線板などの光導波路部品を、大量・安価に製造することが期待できる。

【0002】

【従来の技術】 光導波路は、基板の表面もしくは基板表面直下に、周囲よりわずかに屈折率の高い部分を作ることにより光を閉じ込め、光の合波・分波やスイッチングなどを行う特殊な光部品である。

【0003】 光導波路デバイスの特長は、基本的には 1 本 1 本の光ファイバを加工して作る光ファイバ部品と比較して、精密に設計された導波回路を基に高機能をコンパクトに実現できること、量産が可能であること、多種類の光導波路を 1 つのチップに集積可能であること等にある。

【0004】 従来から、光導波路材料として、透明性に優れ光学異方性の小さい無機ガラスが主に用いられてきた。しかしながら、無機ガラスは、重く破損しやすく、生産コストが高い等の問題を有しているので、最近では無機ガラスの代わりに、可視域で極めて優れた透明性を有し、通信波長域でも 0.8 μm 、1.3 μm 、1.55 μm に窓のある透明性高分子を使って光導波路部品を製造しようという動きが活発化してきている。高分子材

料はスピンコート法やディップ法等による薄膜形成が容易であり、大きな面積の光導波路を作製するのに適している。また、石英等の無機ガラス材料を用いる場合は異なり、高分子材料を用いる場合は成膜に際して高温の熱処理工程を含まないので、プラスチック基板などの高温処理に適さない基板上にも光導波路を作製することができるという利点がある。さらに、高分子の柔軟性や強靱性を活かした基板フリーの高分子光導波路フィルムの作製も可能である。また、製造が基本的に低温プロセスであったり、金型を用いた量産など複製化への展開が容易であるので、高分子材料を用いた光導波路はガラス系や半導体系の光導波路に比べて低コスト化に対するポテンシャルが高い。

【0005】 特に、近年、光配線いわゆる光インタコネクションの分野では、光導波路フィルムを用いた多ポートの光送受信モジュールが開発され、テープ状に多芯化された光ファイバとセットにされて光並列伝送のキー部品となりつつある。

【0006】 こうしたことから、光通信分野で用いられる光集積回路や、光情報処理分野で用いられる光配線板等の光導波路部品を、高分子光学材料を用いて大量・安価に製造することが期待されている。

【0007】 また、最近、エポキシ樹脂の紫外線硬化を用いた立体光導波回路や光造形法、金型を使用した樹脂キャスト法やスタンプ法による光導波路作製の試みがある。しかし、精度や量産性に問題があり、実用に供せられるレベルのものは未だ得られていない。

【0008】 将来、光導波路が光通信機器、光コンピュータ等の光処理装置や光伝送用ファイバとのインターフェースとして使われることを想定すれば、精度や量産性に優れた光導波路およびその製造方法を確立することが望まれる。

【0009】 図 2 は、従来の導波路の作製方法を示す工程図である。図 2 において、A は基板、B は下部クラッド、C はコア部、D は上部クラッド、E はレジスト、F はマスクを示す。(1) 任意の基板 A に下部クラッド B となるコア部よりも屈折率の小さな樹脂を塗布する。塗布後、加熱乾燥などにより溶媒を除去する。(2) この上にコア部となる樹脂 H をコートする。(3) フォトリソプロセスにより、レジスト E にマスク F と紫外線露光を用いてパターンを形成し、酸素ガス中での反応性リアクティブイオンエッチングを行った後、レジスト E を除去することにより光導波路のコア部 C を形成する。(4) 上部クラッド用の紫外線硬化樹脂又は熱硬化樹脂を塗布し、(5) 紫外線照射又は加熱により硬化し上部クラッド D を形成する。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】 本発明の目的は、光照射でコア部を形成、加熱でクラッド部を形成し、従来のフォトリソプロセスの酸素ガス中での反応性リアクティ

バイオンエッチングや溶剤を使用した溶媒除去プロセスを不要とした簡便な光導波路の作成方法を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明による光導波路の作成方法は、第1に、第1の低屈折率樹脂あるいは第1の低屈折率ガラスで形成された基板上に、光重合開始剤及び熱重合開始剤を含む高屈折率の熱・紫外線硬化樹脂をコーティング後、まず、フォトマスクを使用して光照射によりコア部を形成し、次に、未硬化部分を加熱硬化し、側面のクラッド部を形成し、更に、高屈折率樹脂をコーティングし、加熱硬化するかあるいは低屈折率ガラスを張り合わせて、上部クラッドを形成することを特徴とする。

【0012】第2に、低屈折率および高屈折率の熱・紫外線硬化樹脂として、エポキシ系化合物あるいはオキセタン化合物あるいはビニルエーテル系化合物あるいはそれらの混合物と光および熱重合開始剤からなる組成物を用いることを特徴とする。

【0013】本発明の原理は、エポキシ化合物やオキセタン化合物やビニルエーテル系化合物あるいはそれらの混合物からなる熱・紫外線硬化樹脂（熱硬化及び紫外線硬化の両性質を有する樹脂）における反応性の差を利用することにより、光導波路を作製することにある。詳しくは、紫外線硬化した場合と熱硬化した場合、反応性の差から、架橋密度が異なる硬化物ができ、密度に差ができるために、硬化物の屈折率に差が出る。すなわち、前者の紫外線硬化に比べ、後者の熱硬化では、架橋密度が小さくなり屈折率が小さくなる。従って、紫外線硬化でコア部を形成し、周囲のクラッド部を熱硬化で形成することで、光導波路を作製できる。

【0014】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の導波路の作製方法を示す行程図である。図1において、Aは基板（基板Aが下部クラッドBを兼ねる場合もある）、Bは下部クラッド、Cはコア部、Dは上部クラッド、Fはマスク、Gは側面のクラッド部を示す。（1）第1の低屈折率樹脂あるいは第1の低屈折率ガラスで形成された平面基板（この例では基板が下部クラッドを兼ねているが、基板上に下部クラッドを形成したものをいうことも有る。又、プラスチック基板では曲面状の基板も可能である。）上に、コア部となる高屈折率の熱・紫外線硬化樹脂を所定厚さ塗布する。（2）フォトプロセス（マスクEを用いた紫外線露光）により、光導波路のコア部Cを形成し、次いで、熱により未硬化の部分を硬化し、側面のクラッド部Gを形成する。（3）熱・紫外線硬化樹脂（第2の低屈折率樹脂）を所定厚さ塗布し、加熱により硬化し、上部クラッドDを形成する。

【0015】更に、多層の光配線を行う場合は、（1）に代えて、低屈折率樹脂あるいは低屈折率ガラスを形成

する工程と、（2）、（3）の工程を繰返せば、多層の光配線を容易に形成出来る。

【0016】本発明における樹脂組成物（熱・紫外線硬化樹脂）にはベースとなる樹脂（オリゴマやモノマ）及び熱・紫外線硬化（重合開始）剤が必須であり、ベースとなる樹脂として、従来のエポキシやオキセタンやビニルエーテル、又はその混合物や変性物を使用できるが、その他の構成要素として、例えば、希釈剤、カップリング剤等を含んでもよい。ベースとなる樹脂として、脂肪族環状エポキシ樹脂とビスフェノール型エポキシ樹脂は単独で用いても良いし、混合物として用いてもよい。

【0017】本発明の樹脂組成物でベースとなる樹脂のうち、エポキシ系化合物として、

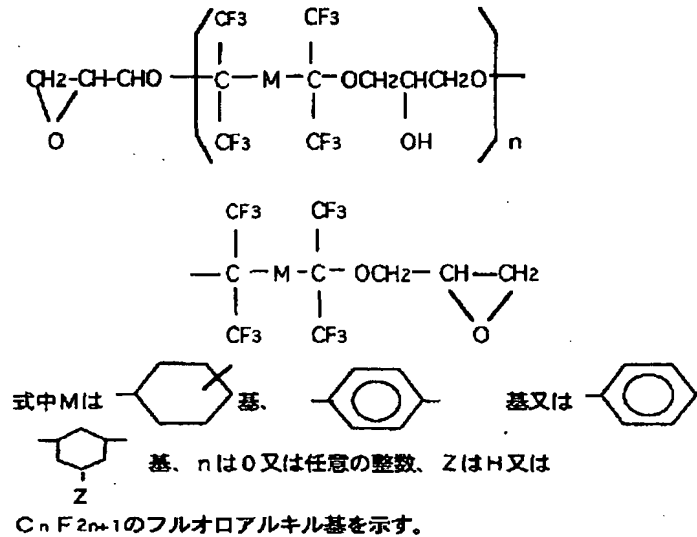
（1）脂肪族環状エポキシ化合物として使用されるエポキシ化合物の例としては、3, 4-エポキシシクロヘキシルメチル-3, 4-エポキシシクロヘキサノカルボキシレート、3, 4-エポキシシクロヘキシルエチル-3, 4-エポキシシクロヘキサノカルボキシレート、ビニルシクロヘキセンジオキシド、アリルシクロヘキセンジオキシド、3, 4-エポキシ-4-メチルシクロヘキシル-2-プロピレンオキシド、2-(3, 4-エポキシシクロヘキシル-5, 5-スプロ-3, 4-エポキシ)シクロヘキサン-m-ジオキサン、ビス(3, 4-エポキシシクロヘキシル)アジペート、ビス(3, 4-エポキシシクロヘキシルメチル)アジペート、ビス(3, 4-エポキシシクロヘキシル)エーテル、ビス(3, 4-エポキシシクロヘキシルメチル)エーテル、ビス(3, 4-エポキシシクロヘキシル)ジエチルシロキサンなどが挙げられる。

【0018】（2）ビスフェノール型エポキシ樹脂の例としてはビスフェノールAジグリシジルエーテル、ビスフェノールADジグリシジルエーテル、ビスフェノールSジグリシジルエーテル、水添ビスフェノールAジグリシジルエーテル、ビスフェノールFジグリシジルエーテル、ビスフェノールGジグリシジルエーテル、テトラメチルビスフェノールAジグリシジルエーテル、ビスフェノールヘキサフルオロアセトンジグリシジルエーテル、ビスフェノールCジグリシジルエーテル等が挙げられる。

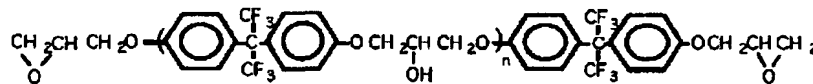
【0019】（3）ブロム化エポキシ樹脂の例としては、ジブロモメチルフェニルグリシジルエーテル、ジブロモフェニルグリシジルエーテル、ブロモメチルフェニルグリシジルエーテル、ブロモフェニルグリシジルエーテル、ジブロモメタクレシジルグリシジルエーテル、ジブロモネオペンチルグリコールジグリシジルエーテル、臭素化フェノールノボラック型エポキシ樹脂等が挙げられる。

【0020】（4）フッ素を含有するエポキシ系化合物の例としては、

【化1】

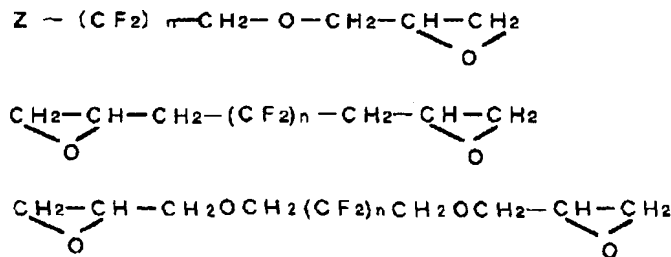


で表されるそれぞれシクロヘキサン型、ジフェニル型、のビスフェノール型エポキシ
 ベンゼン型エポキシ系化合物、あるいは、下記の一般式 【化2】



あるいは、下記に示すグリコール型エポキシ

【化3】



で表されるフッ素を含有するエポキシ系化合物があげられる。

【0021】(5) 上記に挙げた脂肪族環状エポキシ、
 ビスフェノール型エポキシ、フッ素化エポキシ以外に副
 成分として種々のエポキシ樹脂を加えることができる。
 加える樹脂はエポキシ基を持っていればどのような樹脂
 でもよいが、例えば、ポリブタジエンジグリシジルエー
 テル、ポリ-1, 4-(2, 3-エポキシブタン)-c
 o-1, 2-(3, 4-エポキシ)-c o-1, 4-ブ
 タジエンジオール、ネオペンチルグリコールジグリシジ
 ルエーテル、1, 6-ヘキサンジオールジグリシジルエ
 ーテル、ポリエチレングリコールジグリシジルエーテ
 ル、ポリプロピレングリコールジグリシジルエーテル、
 フタル酸ジグリシジルエステル、トリメチロールプロ
 パンポリグリシジルエーテル、ジグリセロールポリグリ
 シジルエーテル、ポリグリセロールポリグリシジルエー
 テル、ソルビトールポリグリシジルエーテル、アリルグリ
 シジルエーテル、2-エチルヘキシルグリシジルエーテ
 ル、フェニルグリシジルエーテル、フェノールペンタ
 (オキシエチレン) グリシジルエーテル、p-tert 50

ーブチルフェニルグリシジルエーテル、ラウリルアル
 コールペンタデカ(オキシエチレン)グリシジルエー
 テル、ソルビタンポリグリシジルエーテル、ペンタエリス
 リトールポリグリシジルエーテル、トリグリシジルトリ
 ス(2-ヒドロキシエチル)イソシアヌレート、レゾル
 シンジグリシジルエーテル、ポリテトラメチレングリ
 コールジグリシジルエーテル、アジピン酸ジグリシジ
 ルエステル、ヒドロキノンジグリシジルエーテル、テレフ
 タル酸ジグリシジルエステル、グリシジルフタルイミド、
 セチルグリシジルエーテル、ステアリルグリシジルエ
 ーテル、p-オクチルフェニルグリシジルエーテル、p-
 フェニルフェニルグリシジルエーテル、グリシジルベン
 ゾエート、グリシジルアセテート、グリシジルブチレ
 ート、スピログリコールジグリシジルエーテル、1, 3-
 ビス-[1-(2, 3-エポキシプロポキシ)-1-トリ
 フルオロメチル-2, 2, 2-トリフルオロエチル]
 ベンゼン、1, 4-ビス[1-(2, 3-エポキシプロ
 ポキシ)-1-トリフルオロメチル-2, 2, 2-トリ
 フルオロエチル]ベンゼン、4, 4'-ビス(2, 3-
 エポキシプロポキシ)オクタフルオロビフェニル、テト

ラグリシジル-*m*-キシリレンジアミン、テトラグリシジレンジアミノジフェニルメタン、トリグリシジル-パラアミノフェノール、トリグリシジル-メタアミノフェノール、ジグリシジルアニリン、ジグリシジルトリブロムアニリン、テトラグリシジビスアミノメチルシクロヘキサン、テトラフルオロプロピルグリシジルエーテル、オクタフルオロペンチルグリシジルエーテル、ドデカフルオロオクチルジグリシジルエーテル、スチレンオキシド、リモネンジエポキシド、リモネンモノオキシド、 α -ピネンエポキシド、 β -ピネンエポキシドなどのエポキシ化合物が挙げられる。

【0022】本発明におけるオキセタン化合物としては、3-エチル-3-ヒドロキシメチルオキセタン、1,4-ビス((3-メチル-3-オキセタニル)メトキシ)ベンゼン、3-エチル-3-フェノキシメチルオキセタン、ジ(1-エチル(3-オキセタニル)メチルエーテル、3-エチル-3-(2-エチルヘキシロキシメチル)オキセタンなどが挙げられる。

【0023】本発明におけるビニルエーテル系化合物としては、1,4-ブタンジオールジビニロキシエチルエーテル、ビスフェノールAジビニロキシエチルエーテル、トリエチレングリコールジビニルエーテル、シクロヘキサジメタノールジビニルエーテル、ドデシルビニルエーテルなどが挙げられる。

【0024】本発明で使用する樹脂(ベースとなる樹脂)の副成分として、エポキシの希釈剤や可撓性付与剤、特性改質剤等の化合物を加えることができる。このような化合物として例えば、ポリ(オキシエチレン)、ポリ(オキシプロピレン)、ポリプロピレンオキシドトリオール、ポリカプロラクトントリオール、ポリブタジエンジオール、ポリブタジエンジグリシジルエーテル、ポリ-1,4-(2,3-エポキシブタン)-co-1,2-(3,4-エポキシ)-co-1,4-ブタジエンジオール、無水マレイン酸変性ポリブタジエン、ポリブタジエンジアクリレート、ヒドロキシプロピルアクリレート、ネオペンチルグリコールジアクリレート、1,6-ヘキサジオールジアクリレート、トリメチロールプロパンジアクリレート、 β -ヒドロキシメチルメタアクリレート、ネオペンチルグリコールジグリシジルエーテル、1,6-ヘキサジオールジグリシジルエーテル、ポリエチレングリコールジグリシジルエーテル、ポリプロピレングリコールジグリシジルエーテル、ジブromoneopentylグリコールジグリシジルエーテル、*o*-フタル酸グリシジルエステル、トリメチロールプロパンポリグリシジルエーテル、ジグリセロールポリグリシジルエーテル、ポリグリセロールポリグリシジルエーテル、ソルビトールポリグリシジルエーテル、アリルグリシジルエーテル、2-エチルヘキシルグリシジルエーテル、フェニルグリシジルエーテル、フェノールペンタ(オキシエチレン)グリシジルエーテル、p-tert

ブチルフェニルグリシジルエーテル、ジブromofenylグリシジルエーテル、ラウリルアルコールペンタデカ(オキシエチレン)グリシジルエーテル、ソルビタンポリグリシジルエーテル、ペンタエリスリトールポリグリシジルエーテル、トリグリシジルトリス(2-ヒドロキシエチル)イソシアヌレート、レゾルシンジグリシジルエーテル、ポリテトラメチレングリコールジグリシジルエーテル、アジピン酸ジグリシジルエステル、ヒドロキノンジグリシジルエーテル、ビスフェノールSジグリシジルエーテル、テレフタル酸ジグリシジルエーテル、グリシジルフタルイミド、ジブromofenylグリシジルエーテル、ジブromoneopentylグリコールジグリシジルエーテル、セチルグリシジルエーテル、ステアリルグリシジルエーテル、*p*-オクチルフェニルグリシジルエーテル、*p*-フェニルフェニルグリシジルエーテル、グリシジルベンゾエート、グリシジルアセテート、グリシジルブチレート、スピログリコールジグリシジルエーテル、ベンゼン酸グリシジルエステル、還元マルトースポリグリシジルエーテルなどが挙げられる。これらの化合物を単独あるいは混合して主成分に加えることにより樹脂の特性を改質することができる。

【0025】本発明における光重合開始剤(光硬化剤)としては、紫外線によりエポキシ基と反応して、重合を起こさせるものであれば何でもよいが、例えば、*p*-メトキシベンゼンジアゾニウムヘキサフルオロホスフェート等の芳香族ジアゾニウム塩、トリフェニルスルホニウムヘキサフルオロホスフェート等の芳香族スルホニウム塩、ジフェニルヨードニウムヘキサフルオロホスフェート等の芳香族ヨードニウム塩、芳香族ヨードシル塩、芳香族スルホキシニウム塩、メタロセン化合物などが挙げられる。

【0026】本発明における熱重合開始剤(熱硬化剤)としては、加熱することによりエポキシ基反応して、重合を起こさせるもので、かつ光重合開始剤の反応を阻害しないものであれば何でもよい。例えば、下記の化合物から適当な物を選定することが出来る。ジエチレントリアミン、トリエチレンテトラミン、テトラエチレンペンタミン等のポリアミン、ポリミチレンジアミン、メンセンジアミン等の脂肪族ポリアミン、メタフェニレンジアミン、ジアミノジフェニルメタン等の芳香族アミン、あるいはそれらの変性物等のアミン系硬化剤や、無水フタル酸、無水トリメリット酸、無水ピロメリット酸、無水ベンゾフェノンテトラカルボン酸、エチレングリコールビス(アンヒドロトリメリテート)、グリセロールトリス(アンヒドロトリメリテート)、 Δ 4-テトラヒドロ無水フタル酸、4-メチル- Δ 4-テトラヒドロ無水フタル酸、3-メチル- Δ 4-テトラヒドロ無水フタル酸、無水ナジック酸、無水メチルナジック酸、4-(4-メチル-3-ペンテニル)テトラヒドロ無水フタル酸、マレイン化脂肪酸、ドデセニル無水コハク酸、ビニ

ルエーテル-無水マレイン酸共重合体、アルキルスチレン無水マレイン酸共重合体、メチルシクロヘキセンテトラカルボン酸無水物、無水コハク酸、ヘキサヒドロ無水フタル酸、4-メチルヘキサヒドロ無水フタル酸、3-メチルヘキサヒドロ無水フタル酸等の酸無水物系硬化剤や、2-メチルイミダゾール、2-エチル-4-メチルイミダゾール、2-ウンデシルイミダゾール、2-ヘプタデシルイミダゾール、2-フェニルイミダゾール、1-ベンジル-2-メチルイミダゾール、1-シアノエチル-2-メチルイミダゾール、1-シアノエチル-2-エチル-4-メチルイミダゾール、1-シアノエチル-2-ウンデシルイミダゾール、1-シアノエチル-2-ウンデシルイミダゾリウムトリメリテート、1-シアノエチル-2-フェニルイミダゾリウムトリメリテート、2-メチルイミダゾリウムイソシアヌレート、2-フェニルイミダゾリウムイソシアヌレート、2,4-ジアミノ-6-[2-メチルイミダゾリル-(1)]-エチル-S-トリアジン、2,4-ジアミノ-6-[2-エチル-4-メチルイミダゾリル-(1)]-エチル-S-トリアジン等のイミダゾール系硬化剤、BF₃-n-ヘキシルアミン、BF₃-モノエチルアミン、BF₃-ベンジルアミン、BF₃-ジエチルアミン、BF₃-ピペリジン、BF₃-トリエチルアミン、BF₃-アニリン、BF₄-n-ヘキシルアミン、BF₄-モノエチルアミン、BF₄-ベンジルアミン、BF₄-ジエチルアミン、BF₄-ピペリジン、BF₄-トリエチルアミン、BF₄-アニリン、PF₅-エチルアミン、PF₅-イソプロピルアミン、PF₅-ブチルアミン、PF₅-ラウリルアミン、PF₅-ベンジルアミン、AsF₅-ラウリルアミン等のルイス酸-アミン錯体系硬化剤、ジシアンジアミド及びその誘導体、有機酸ヒドラジッド、ジアミノマレオニトリルとその誘導体、アミンイミド等の硬化剤、潜在性熱硬化剤のスルフォニウム塩やホスフォニウム塩、ピリジニウム塩などがあげられる。これらの硬化剤は単独で用いてもよいし、これらの混合物として用いてもよい。そして、硬化促進剤として第3級アミン、硼酸エステル、ルイス酸、有機金属化合物、有機酸金属塩、イミダゾール等を用いてもよい。

【0027】さらに、本発明の熱硬化樹脂に接着性を良くするためにシランカップリング剤を加えることができる。シランカップリング剤の例としては、γ-アミノプロピルトリエトキシシラン、N-β-(アミノエチル)-γ-アミノプロピルトリメトキシシラン、N-β-(アミノエチル)-γ-アミノプロピルトリメトキシシラン、N-β-(アミノエチル)-β-(アミノエチル)-γ-アミノプロピルメチルジメトキシシラン、γ-メルカプトプロピルトリエトキシシラン、γ-メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、γ-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、N-β-(N-ビニルベンジル

アミノエチル)-γ-アミノプロピルトリメトキシシラン塩酸塩、メチルトリメトキシシラン、メチルトリエトキシシラン、ビニルトリアセトキシシラン、γ-クロロプロピルトリメトキシシラン、ヘキサメチルジシラザン、γ-アニリノプロピルトリメトキシシラン、ビニルトリメトキシシラン、オクタデシルジメチル(3-(トリメトキシシリル)プロピル)アンモニウムクロリド、γ-クロロプロピルメチルジメトキシシラン、γ-メルカプトプロピルメチルジメトキシシラン、メチルトリクロロシラン、ジメチルジクロロシラン、トリメチルクロロシラン、ビニルトリエトキシシラン、ベンジルトリメチルシラン、ビニルトリス(2-メトキシエトキシ)シラン、γ-メタクリロキシプロピルトリス(2-メトキシエトキシ)シラン、β-(3,4-エポキシシクロヘキシル)エチルトリメトキシシラン、γ-ウレイドプロピルトリエトキシシラン、γ-イソシアヌルプロピルトリエトキシシラン、n-オクチルトリエトキシシランなどが挙げられる。

【0028】

【実施例】以下、本発明を実施例により更に具体的に説明するが、本発明はこれら実施例に限定されない。なお実施例中の(数字)部は重量部である。

【0029】

【実施例1】脂肪族環状エポキシである3,4-エポキシシクロヘキシルメチル-3,4-エポキシシクロヘキサンカルボキシレート80部(ベースとなる樹脂)に、エポキシ系反応性希釈剤20部、光重合開始剤として4,4-ビス(ジ(βヒドロキシエトキシ)フェニルスルフォニオ)フェニルスルフィド-ビス-ヘキサフルオロアンチモネート2部、熱硬化剤としてベンジル基を有する潜在性硬化剤のスルフォニウム塩系化合物1部、シランカップリング剤としてエポキシ系シラン1部を配合し、熱・紫外線硬化樹脂を調製した(屈折率1.493)。シリコン基板上に、この調製した熱・紫外線硬化樹脂をスピンコート法により20μmの厚さに積層し、150℃2時間で硬化させ下部クラッド(屈折率1.517)を形成した。

【0030】次に、上記の調製した熱・紫外線硬化樹脂をスピンコート法により8μmの厚さに積層し、フォトマスクを使用して、光量50mW/cm²の紫外線を10分間照射して幅8μmの直線部を硬化させ、熱・光導波路のコア部(屈折率1.530)を形成した。その後、150℃2時間で未硬化部分を硬化させ、側面のクラッド部を形成した。更に、本実施例で調製した熱・紫外線硬化樹脂をスピンコート法により20μmの厚さに積層し、150℃2時間で硬化した。

【0031】本実施例で作製した光導波路の光損失を、波長1300nmの半導体レーザで調べたら、1.0dB/cmであった。

【0032】

【実施例2】ビスフェノール型エポキシであるビスフェノールFジグリシジルエーテル80部（ベースとなる樹脂）に、エポキシ系反応性希釈剤20部、光重合開始剤として4,4-ビス（ジ（βヒドロキシエトキシ）フェニルスルフォニオ）フェニルスルフィド-ビス-ヘキサフルオロアンチモネート2部、熱硬化剤としてベンジル基を有する潜在性硬化剤のスルフォニウム塩系化合物1部、シランカップリング剤としてエポキシ系シラン1部を配合し、熱・紫外線硬化樹脂を調製した（屈折率1.573）。シリコン基板上に、この調製した熱・紫外線硬化樹脂をスピンコート法により20μmの厚さに積層し、150℃2時間で硬化させ下部クラッド（屈折率1.590）を形成した。

【0033】次に、上記の調製した熱・紫外線硬化樹脂をスピンコート法により8μmの厚さに積層し、フォトマスクを使用して、光量50mW/cm²の紫外線を10分間照射して幅8μmの直線部を硬化させ、熱・光導波路のコア部（屈折率1.601）を形成した。その後、150℃2時間で未硬化部分を硬化させ、側面のクラッド部を形成した。更に、本実施例で調製した熱・紫外線硬化樹脂をスピンコート法により20μmの厚さに積層し、150℃2時間で硬化した。

【0034】本実施例で作製した直線型光導波路の光損失を、波長1300nmの半導体レーザーで調べたら、1.5dB/cmであった。Y分岐型光導波路の光損失を、波長1300nmの半導体レーザーで調べたら、2.3～3.5dB/cmであった。

【0035】

【実施例3】脂肪族環状エポキシである3,4-エポキシシクロヘキシルメチル-3,4-エポキシシクロヘキサンカルボキシレート60部に、オキセタン化合物の3-エチル-3-フェノキシメチル）オキセタン40部、光重合開始剤として4,4-ビス（ジ（βヒドロキシエトキシ）フェニルスルフォニオ）フェニルスルフィド-ビス-ヘキサフルオロアンチモネート2部、熱硬化剤としてベンジル基を有する潜在性硬化剤のスルフォニウム塩系化合物1部、シランカップリング剤としてエポキシ系シラン1部を配合し、熱・紫外線硬化樹脂を調製した（屈折率1.501）。シリコン基板上に、この調製した熱・紫外線硬化樹脂をスピンコート法により20μmの厚さに積層し、180℃3時間で硬化させ下部クラッド（屈折率1.512）を形成した。

【0036】次に、上記の調製した熱・紫外線硬化樹脂をスピンコート法により8μmの厚さに積層し、フォトマスクを使用して、光量50mW/cm²の紫外線を10分間照射して幅8μmの直線部を硬化させ、熱・光導波路のコア部（屈折率1.535）を形成した。その後、180℃3時間で未硬化部分を硬化させ、側面のクラッド部を形成した。更に、本実施例で調製した熱・紫外線硬化樹脂をスピンコート法により30μmの厚さに

積層し、180℃3時間で硬化した。

【0037】本実施例で作製した直線型光導波路の光損失を、波長1300nmの半導体レーザーで調べたら、2.5dB/cmであった。

【0038】

【実施例4】ビニルエーテル系化合物であるシクロヘキサジメタノールジビニルエーテル、50部に、脂肪族環状エポキシである3,4-エポキシシクロヘキシルメチル-3,4-エポキシシクロヘキサンカルボキシレート50部、光重合開始剤として4,4-ビス（ジ（βヒドロキシエトキシ）フェニルスルフォニオ）フェニルスルフィド-ビス-ヘキサフルオロアンチモネート2部、熱硬化剤としてベンジル基を有する潜在性硬化剤のスルフォニウム塩系化合物1部、シランカップリング剤としてエポキシ系シラン1部を配合し、熱・紫外線硬化樹脂を調製した（屈折率1.485）。シリコン基板上に、この調製した熱・紫外線硬化樹脂をスピンコート法により20μmの厚さに積層し、180℃3時間で硬化させ下部クラッド（屈折率1.478）を形成した。

【0039】次に、上記の調製した熱・紫外線硬化樹脂をスピンコート法により8μmの厚さに積層し、フォトマスクを使用して、光量50mW/cm²の紫外線を10分間照射して幅8μmの直線部を硬化させ、熱・光導波路のコア部（屈折率1.505）を形成した。その後、180℃3時間で未硬化部分を硬化させ、側面のクラッド部を形成した。更に、本実施例で調製した熱・紫外線硬化樹脂をスピンコート法により30μmの厚さに積層し、180℃3時間で硬化した。

【0040】本実施例で作製した直線型光導波路の光損失を、波長1300nmの半導体レーザーで調べたら、3.1dB/cmであった。

【0041】

【発明の効果】以上詳しく説明したように、本発明による光導波路の作製方法によると、1種類の光・熱併用硬化樹脂を用いて、光硬化によりコア部を形成、加熱硬化によりクラッド部を形成するのみで光導波路が形成できるので、製造工程が簡略化される。

【0042】また、高分子材料を使用するので、所望のコア部・クラッド部寸法を有する光導波路を簡単に作製できる。導波路の形状は、実施例のような直線ばかりでなく、分岐、合流なども容易に実現できる。

【0043】また、高分子材料を用いた光導波路はガラス系や半導体系の光導波路に比べて低コスト化に対するポテンシャルが高い。こうしたことから、光通信分野で用いられる光集積回路や、光情報処理分野で用いられる光配線板等の光導波路部品を、高分子光学材料を用いて大量・安価に製造することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光導波路の作製方法を示す工程図である。

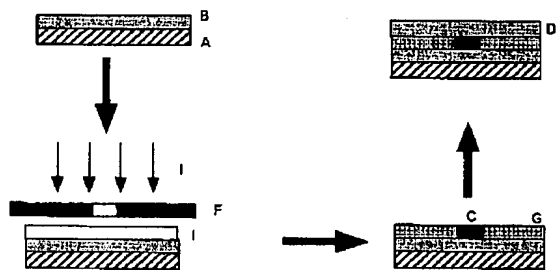
【図2】従来の光導波路の作製方法を示す工程図である。

【符号の説明】

- A 基板
B 下部クラッド
C コア部

- D 上部クラッド
E レジスト、
F マスク
G 側面のクラッド部
H コア部用樹脂
I 紫外線

【図1】



【図2】

